

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Математическое моделирование

**Код модуля**  
1156685

**Модуль**  
Экспериментальные и численные методы  
исследования в теплоэнергетике

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Абаимов Николай Анатольевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	тепловых электрических станций

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Математическое моделирование

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	6

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Математическое моделирование

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции

	У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа	
ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации	З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы	Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции
ПК-2 -Способен разработать современные методы математического моделирования физико-химических процессов в различных технологиях, применить уравнения математической физики в процессе моделирования, провести экспериментальные и численные исследования с использованием компьютерных технологий для обработки результатов экспериментов применительно к задачам теплоэнергетики, представлять результаты исследований в виде	З-1 - Определять принципы построения и анализа математических моделей в теплоэнергетике, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности П-1 - Моделировать различные теплоэнергетические процессы с использованием современных пакетов программ для обработки результатов исследования У-1 - Систематизировать информацию для составления и решения уравнений, используемых для описания моделей процессов и явлений в теплоэнергетике и теплотехнике	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Домашняя работа № 5 Домашняя работа № 6 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия

отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях		
УК-7 -Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности	З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Домашняя работа № 5 Домашняя работа № 6 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа № 1</i>	1,10	50
<i>контрольная работа № 2</i>	1,16	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа № 1</i>	1,3	15
<i>домашняя работа № 2</i>	1,6	20
<i>домашняя работа № 3</i>	1,9	20
<i>домашняя работа № 4</i>	1,12	15
<i>домашняя работа № 5</i>	1,15	15

<i>домашняя работа № 6</i>	1,18	15
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### **3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## **4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

**Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### **Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)

5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания	Нет результата
----	---	--	----------------

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Ламинарное течение жидкости в тройнике.
2. Обтекание круглого цилиндра.
3. Ламинарная плоская затопленная струя.
4. Свободная конвекция в пространстве между двумя коаксиальными цилиндрами.
5. Расчет вязкого течения в изогнутом на  $90^\circ$  канале квадратного сечения.
6. Двумерное ламинарное течение за обратным уступом.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Математические модели сплошной среды.

Примерные задания

1. Описать подходы Лагранжа и Эйлера к формулированию уравнений динамики сплошной среды.
2. Записать уравнение переноса энергии: формулировки для удельной внутренней энергии и удельной энтальпии.
3. Перечислить основные приближения, используемые при формулировании моделей сплошной среды.
4. Назовите условия первого, второго рода, смешанные условия. Что такое физические границы и каковы граничные условия на них?
5. Какие условия должны соблюдаться на твердой стенке, на плоскости симметрии, на входной и выходной границе?
6. Какими особенностями характерны для турбулентных течений?



7. Какие особенности существуют при формулировании граничных условий в математических моделях турбулентных течений?

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Методы вычислительной теплофизики.

Примерные задания

1. Описать метод конечных объемов и определение потоков на гранях конечных объемов.

2. Сделать обзор и классификацию существующих на сегодняшний день программ для решения задач механики сплошных сред.

3. Перечислить программы для решения задач гидродинамики и теплообмена, области их использования, примеры их применения.

4. Привести сходные элементы и характерные особенности наиболее распространенных CFD-пакетов, методы организации параллельных вычислений.

5. Назвать типовую структуру пакетов вычислительной гидродинамики.

6. Перечислить средства построения трехмерной геометрии, построение сеток и их типы.

7. Назвать методы анализа результатов моделирования и общие стандарты представления результатов.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Гидродинамика тройника с прямоугольным каналом.

Примерные задания

Тройник представляет собой канал прямоугольного сечения, к которому под прямым углом подсоединен другой прямоугольный канал. Характерные размеры тройника  $L = 3$  м и  $W = 1$  м. Высота канала в направлении оси  $Z$  равна 2.11 м. В тройник поступает вода со скоростью 5 м/с. Рассчитать поля скорости и давления.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Обтекание цилиндра в параллелепипеде.

Примерные задания

Цилиндр диаметром  $D=2$  м, помещен в параллелепипед размерами  $30\text{м}\times 50\text{м}\times 30\text{м}$ . На вход в параллелепипед со скоростью 1 м/с поступает жидкость, которая, обтекая цилиндр, вытекает через противоположную входу стенку параллелепипеда. Рассчитать поля скорости и давления.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Обтекание цилиндра в цилиндре.

#### Примерные задания

Внутри цилиндра с радиусом 46.3 мм расположен другой цилиндр с радиусом 17.8 мм. Пространство между цилиндрами заполнено воздухом. Стенки внутреннего цилиндра имеют температуру  $100^{\circ}\text{C}$ , стенки внешнего -  $54^{\circ}\text{C}$ . Система находится в поле сил тяжести, в полости между цилиндрами формируется ламинарное конвективное течение. Рассчитать поля скорости и давления.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.6. Домашняя работа № 4

Примерный перечень тем

1. Гидродинамика плоскопараллельной струи воды.

Примерные задания

Плоскопараллельная струя воды вытекает из прямоугольного насадка высотой 0,03 м и шириной 0,65 м. Скорость струи на выходе из щели равняется 1 м/с. Струя вытекает в пространство  $5\text{м}\times 5\text{м}\times 5\text{м}$ . Рассчитать поля скорости и давления.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.7. Домашняя работа № 5

Примерный перечень тем

1. Движение вязкой несжимаемой жидкости.

Примерные задания

Вязкая несжимаемая жидкость находится в квадратной камере (полости), верхняя стенка которой движется с постоянной скоростью  $U=1\text{м/с}$ . Рассчитать поля скорости и давления.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.8. Домашняя работа № 6

Примерный перечень тем

1. Обтекание цилиндра водой.

Примерные задания

Вода со скоростью  $U=5\text{ м/с}$  обтекает цилиндр с диаметром  $D=1\text{ м}$ , помещённый в квадратное открытое пространство размером  $30\text{м}\times 30\text{м}\times 30\text{м}$ . Рассчитать поля скорости и давления.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Чем вызываются конвективный и диффузионный потоки?
2. Что такое ньютоновская жидкость? Какой вид имеет тензор вязких напряжений ньютоновской жидкости?
3. Перечислите слагаемые уравнения переноса импульса и опишите их физическую природу.
4. В чем состоит особенность моделей, учитывающих связь давления и плотности?

5. В чем состоит приближение изотермической среды? Какие факторы приводят к возникновению перепадов температур в среде?
6. В чем состоит приближение однокомпонентной среды, приближение квазигомогенной двухфазной среды?
7. Приведите основные свойства турбулентных течений.
8. Перечислите основные подходы к моделированию турбулентных течений.
9. В чем состоит отличие коммерческих CFD пакетов программ от программ разработанных отдельными научными группами?
10. Какие российские и зарубежные CFD пакеты вы знаете?
11. Опишите структуру стандартного CFD пакета?
12. Для чего используются CAD системы?
13. Что такое пре-процессинг?
14. Какова общая схема проведения вычислений в задачах пространственной динамики среды?
15. Что называется препроцессингом и постпроцессингом?  
LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.